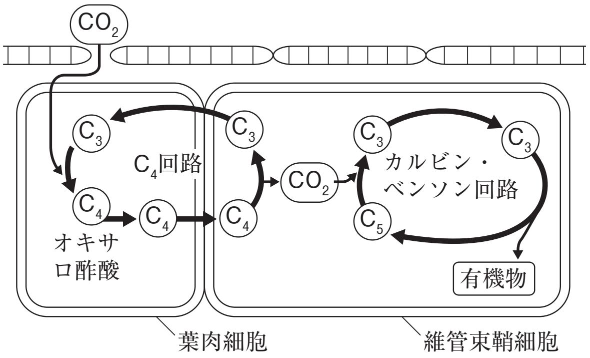
第17講　同化：C_4回路，光合成曲線

■C_4回路

カルビン・ベンソン回路（C_3回路）の炭酸固定酵素は二酸化炭素が低濃度だと機能しにくい
→ある植物は，あらかじめ炭酸固定に特化した回路（C_4回路）によって二酸化炭素を取り込むことで，この問題を克服している。

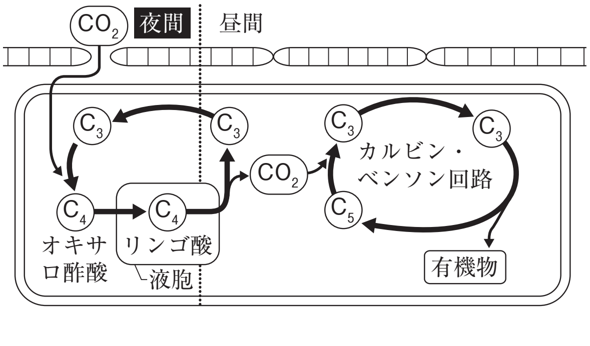
◆C_4植物　…　空間的分業　ex トウモロコシ，サトウキビ，ヒエ，ススキ

at 葉肉細胞　　　C_4回路
at 維管束鞘細胞　C_3回路



◆CAM植物　…　時間的分業　ex ベンケイソウ，サボテン，パイナップル

at 夜（気孔を開いて）　C_4回路
at 昼（気孔を閉じて）　C_3回路

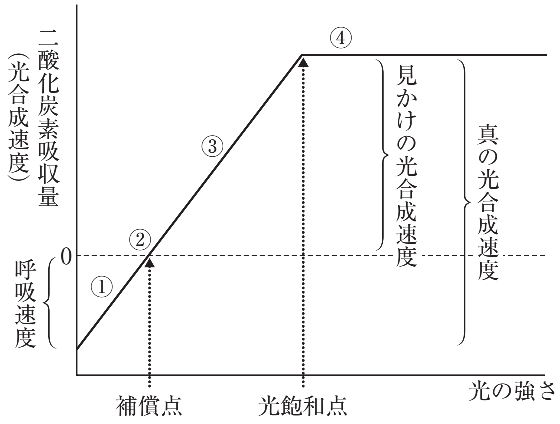


©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■光合成曲線

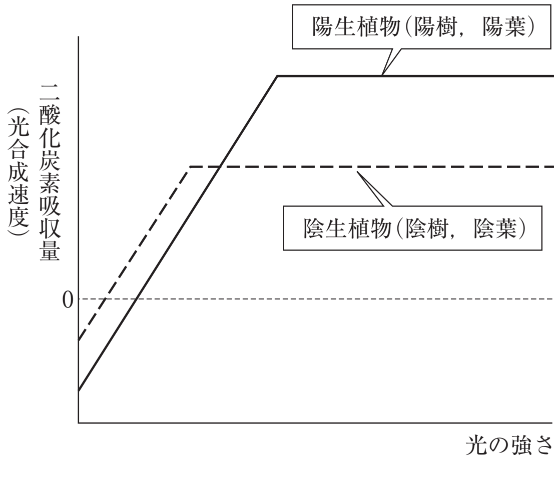
・光の強さと光合成速度の関係　　“光合成曲線”



(真の)光合成速度
＝見かけの光合成速度＋呼吸速度

①弱光条件では呼吸速度＞光合成速度
②補償点では，呼吸速度と真の光合成速度が一致
　見かけの光合成速度＝0となる。
③呼吸速度＜光合成速度で見かけの光合成速度が正に。
④強光条件では光合成速度は一定になる。(光飽和)

◆葉の構造と光合成曲線



葉は厚く，小型。クチクラが発達し，気孔の数は多め。陰生植物はその逆。

陽生植物
同化組織(特にさく状組織)が発達，
呼吸量も大きいが，光飽和しにくい。
　　ex ヒマワリ，バラ，マツ

陰生植物
同化組織の発達は見られず
呼吸量を抑え，補償点が小さい。
葉が薄く，光飽和しやすい。
　　ex シダ，シイ，ブナ

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第17講　演習問題

下の表は，一定の温度と一定の二酸化炭素濃度のもとで，光条件の異なる環境に生育する２種の植物（Ａ植物，Ｂ植物）から採集した緑葉にいろいろな強さの光を当てて，１時間に葉の一定面積（100 cm^2）に吸収される二酸化炭素量を測定した結果である。また，光飽和点以下の光強度において光合成速度は，光の強さに比例するとする。表1に関して次の各問いに答えよ。

光の強さ（キロルクス）		0	5	10	15	20	25
二酸化炭素吸収量（mg/100 cm^2・時間）	Ａ植物	−4	1	6	11	16	20
	Ｂ植物	−2	3	8	13	14	14

表

問１　Ａ植物の補償点を整数で答えよ。

問２　Ａ植物とＢ植物がともに成長するが，Ｂ植物の成長量がＡ植物の成長量よりも大きくなる光強度の範囲を，次の(ア)〜(カ)から１つ選び，記号で答えよ。

(ア)　0〜2キロルクス　　(イ)　0〜4キロルクス
(ウ)　4〜16キロルクス　　(エ)　4〜18キロルクス
(オ)　16〜24キロルクス　　(カ)　18〜24キロルクス

問３　Ａ植物とＢ植物の面積300 cm^2の葉を，明期20キロルクス14時間，暗期８時間の明暗周期条件において１日生育させた。この時，両者の葉では乾燥重量の増加が見られたが，その差は何mgであったか。答えは小数第２位を四捨五入して，小数第１位まで求めよ。ただし，葉の重量の増加，減少は光合成と呼吸によるグルコースの合成と消費によるもので，生産されたグルコースはすべて移動せずに葉に蓄積されたものとする。

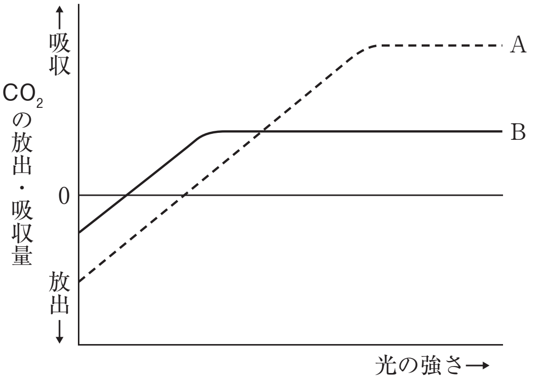
©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第17講　確認テスト

植物と環境要因とに関する問い(問１～３)に答えなさい。

問１　図はA，B２種類の植物の光の強さとCO_2の放出・吸収量の関係を示す。植物Ａと植物Ｂのグラフについて正しい説明はどれか。



①　より弱い光で補償点に達するので，Ｂは陰生植物で，Ａは陽生植物である。
②　CO_2吸収量が放出量を上回るので，Ｂは陰生植物で，Ａは陽生植物である。
③　より多くのCO_2を放出するので，Ｂは陰生植物で，Ａは陽生植物である。
④　より弱い光で補償点に達するので，Ｂは陽生植物で，Ａは陰生植物である。
⑤　CO_2吸収量が放出量を上回るので，Ｂは陽生植物で，Ａは陰生植物である。
⑥　より多くのCO_2を放出するので，Ｂは陽生植物で，Ａは陰生植物である。

問２　植物Ａの葉において、暗黒時における葉面積100 cm^{2}あたりのCO_2排出量を３mgであったとする。光飽和に十分な光強度で生育した植物Ａの葉の有機物量の増加を測定したところ，１時間に葉面積100 cm^{2}あたり7.5 mg増加していた。増加した有機物はすべてグルコースであるとして，この植物の葉100 cm^{2}が１時間に吸収したCO_2の重量[mg]として妥当なものを以下の選択肢から選べ。

①　7.5 mg　②　10 mg　③　14 mg　④　20 mg　⑤　24 mg　⑥　30 mg

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　植物の中にはイネなどのC_3植物と，トウモロコシなどのC_4植物がある。両者は光合成のためのカルビン・ベンソン回路を共通で利用しているが，C_4植物では外から入ったCO_2を濃縮して利用したり，植物自身の代謝で発生したCO_2を利用するための回路が存在する。これらの植物に関する問い（A，B）に答えなさい。

A　C_3植物とC_4植物の維管束鞘（いかんそくしょう）に関する説明で正しいものはどれか。

①　葉緑体を含む維管束鞘をもつのはC_3植物である。

②　葉緑体を含む維管束鞘をもつのはC_4植物である。

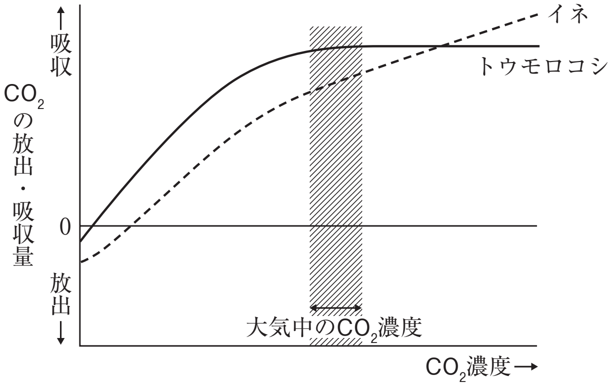
③　C_4植物と違い，C_3植物では陰生植物だけが葉緑体を含む維管束鞘をもつ。

④　C_3植物と違い，C_4植物では陰生植物だけが葉緑体を含む維管束鞘をもつ。

⑤　C_4植物と違い，C_3植物では陽生植物だけが葉緑体を含む維管束鞘をもつ。

⑥　C_3植物と違い，C_4植物では陽生植物だけが葉緑体を含む維管束鞘をもつ。

B　図は成育箱内のイネとトウモロコシにおけるCO_2濃度とCO_2の放出・吸収量の関係を表し，斜線部分は現代の大気中のCO_2濃度を示す。グラフから推測できるのはどれか。



①　イネは大気より高濃度のCO_2の中で育てると，生育が良い。

②　トウモロコシは大気より高濃度のCO_2の中で育てると，生育が良い。

③　イネとトウモロコシはともに大気より高濃度のCO_2の中で育てると，生育が良い。

④　イネとトウモロコシはともに大気より高濃度のCO_2の中で育てても，生育は同じである。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第17講　演習問題

問１　４（キロルクス）
問２　(エ)
問３　24.5（mg）

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第17講　確認テスト

問１　①

問２　③

問３　Ａ　②　　Ｂ　①

【解説】

問１　与えられたグラフより，植物Ｂは植物Ａに比べて暗黒条件でのCO_2吸収量（呼吸速度）が小さく，補償点も小さい。さらに植物Ｂは光飽和点も小さく，最大光合成速度も小さいことから，陰生植物であると考えられる。④，⑤，⑥はＡとＢが逆転しているので不適。②はＡとＢに共通した特徴なので不適。③はＢの説明になっていないので不適。陰生植物の補償点が小さいことを説明している①が正解となる。

問２　光合成の化学反応式は，$6CO_2+12H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6+6H_2O+6O_2$であり，$6\times44$gの$CO_2$を吸収すると，180gのグルコースが合成される。１時間に葉面積100cm^{2}あたりグルコース量として7.5mgの増加があるときの見かけのCO_2吸収量をxとすると，$6\times44:180=x:7.5$より，$x=11$mgとなる。１時間に葉面積100cm^{2}あたりで“吸収”されたCO_2量との表現より，“真の光合成量”を問われていると考えられるので，真の光合成量＝見かけの光合成量＋呼吸量より，11＋3＝14mgの③が正解となる。

問３

Ａ　一般的な植物はC_3植物とよばれ，葉肉細胞でカルビン・ベンソン回路を利用してCO_2を固定している。一方，C_4植物と呼ばれる一部の植物は，葉肉細胞のC_4回路でCO_2を濃縮し，維管束鞘細胞にてカルビン・ベンソン回路を利用して糖を合成している。ゆえに，C_3植物では維管束鞘細胞が未発達で内部に葉緑体を含まないのに対して，C_4植物では維管束鞘細胞が発達し内部に葉緑体を含んでいる。以上より，②が正解となる。代表的なC_4植物としは，トウモロコシやサトウキビ，ススキなどがある。

Ｂ　図は，横軸にCO_2濃度，縦軸にCO_2吸収量（見かけの光合成量）をとったCO_2濃度－光合成曲線である。図よりトウモロコシは大気中のCO_2濃度ですでに飽和しており，これ以上CO_2濃度を上げてもCO_2吸収量は上がらない。一方，イネは大気中のCO_2濃度では飽和しておらず，より高濃度のCO_2が与えられると，CO_2吸収量が増加することが読み取れる。ゆえに，①が正解となる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。